

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-314364
(43)Date of publication of application : 05.12.1995

(51)Int.Cl.

B25J 9/22
G05B 19/18
G05B 19/42

(21)Application number : 06-116827
(22)Date of filing : 30.05.1994

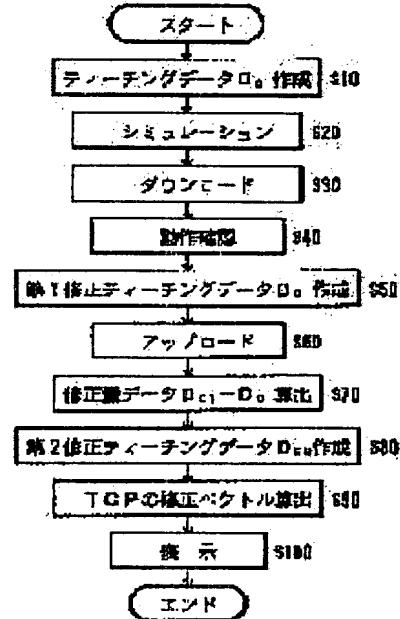
(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
(72)Inventor : KANEKO MITSUGI
KANEKO MASAKATSU
TAKEISHI KATSUMI
NOSE HIDETAKA

(54) OFF-LINE TEACHING DATA ERROR DETECTION METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect easily an error generated between a work position by a work robot and a subject of work.

CONSTITUTION: In actuating a work robot based on teaching data formed in a CAD system, an error generated between a TCP of the work robot and a work point of a subject of work is corrected to provide first corrected teaching data DC1 (step S50), and correction quantity data (DC1-DO) is then determined based on the first corrected teaching data DC1 and teaching data DO before correction (step S70). Second teaching data DC2 is then determined based on the teaching data DO before correction and the correction quantity data (DC1-DO) (step S80). A correction vector V from the TCP to the TCP of the teaching data DO before correction is then determined (step S90), thereby the correction quantity and correction direction of the work robot can be provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.06.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3083706
[Date of registration] 30.06.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(51) Int. C.I. ⁶ B 2 5 J G 0 5 B 19/42	識別記号 9/22 Z	庁内整理番号 F I	技術表示箇所
		G 0 5 B 19/18 19/42	W P
審査請求 未請求 請求項の数 1	OL		(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-116827	(71) 出願人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日 平成6年(1994)5月30日	(72) 発明者 金子 貢 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内
	(72) 発明者 金子 正勝 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内
	(72) 発明者 武石 克己 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内
	(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名) 最終頁に続く

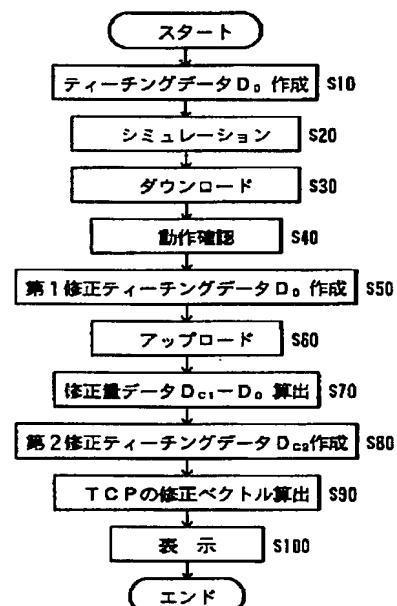
(54) 【発明の名称】オフラインティーチングデータの誤差検出方法

(57) 【要約】

【目的】作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を容易に検出することができる方法を提供する。

【構成】CADシステムにおいて作成されたティーチングデータに基づいて作業ロボットを動作させた際、前記作業ロボットのTCPと作業対象物の作業点との間に生じる誤差を修正することで第1修正ティーチングデータ D_{c1} を得(ステップS50)、次に、前記第1修正ティーチングデータ D_{c1} と修正前のティーチングデータ D_0 とから修正量データ ($D_{c1} - D_0$)を求める(ステップS70)。そして、修正前のティーチングデータ D_0 と前記修正量データ ($D_{c1} - D_0$)とから第2修正ティーチングデータ D_{c2} を求める(ステップS80)。そこで、前記第2修正ティーチングデータ D_{c2} のTCPから修正前のティーチングデータ D_0 のTCPに至る修正ベクトルVを求ることにより(ステップS90)、作業ロボットの修正量および修正方向を得る。

FIG.3



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータD_oに従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出する方法において、前記作業対象物に対する前記作業ロボットの作業位置を修正することで、前記ティーチングデータD_oを修正した第1修正ティーチングデータD_{c1}を得る第1ステップと、

修正前の前記ティーチングデータD_oと前記第1修正ティーチングデータD_{c1}との差を修正量データ(D_{c1}-D_o)として求める第2ステップと、修正前の前記ティーチングデータD_oと前記修正量データ(D_{c1}-D_o)との差を第2修正ティーチングデータD_{c2}={D_o-(D_{c1}-D_o)}として求める第3ステップと、

前記第2修正ティーチングデータD_{c2}による作業ロボットの作業点から修正前の前記ティーチングデータD_oによる作業ロボットの作業点に至る修正ベクトルを求める第4ステップと、

からなり、前記修正ベクトルより前記作業ロボットの修正量および修正方向を得ることを特徴とするオフラインティーチングデータの誤差検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータに従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出するオフラインティーチングデータの誤差検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、製造ラインに設置された作業ロボットを直接動作させてティーチングを行おうすると、前記作業ロボットの操作を熟知したオペレーターが製造ラインの現場で作業を行わなければならないため、その分、作業が非効率的となってしまう。また、その作業は、製造ラインを停止させた状態で行う必要があるため、当該製造ラインの稼働率も低下してしまう。

【0003】そこで、前記作業ロボットにおいては、ティーチング作業の効率化を図るために、あるいは、前記製造ラインの稼働率を維持するために、オフラインによるティーチングが広範に行われている。すなわち、コンピュータ上に作業ロボットおよび作業対象物のモデルを構築し、前記モデルを用いてティーチングデータを作成した後、前記ティーチングデータを現場の作業ロボットに供給するようにすれば、ティーチングデータの作成中に製造ラインを停止させる必要がなく、また、ティーチング作業も容易となる。

2

【0004】ところで、このようなオフラインティーチング装置を用いて作成したティーチングデータを製造ラインの作業ロボットに対してダウンロードした場合、前記作業ロボットの設置誤差、前記作業ロボットの構造上の誤差（組立時に生じる誤差、関節センサの0点設定誤差等）、あるいは、作業対象物の設置誤差等の様々な要因により、前記作業対象物の作業点と前記作業ロボットの作業点（以下、TCP（Tool Center Point）という）との間にずれの生じることは避けられない。このずれは、現場においてオペレーターが作業ロボットを操作することで修正されている。

【0005】ここで、作業ロボットのTCPのずれ量は、ティーチングデータの誤設定を修正するため、あるいは、同一の作業ロボットにより加工される作業対象物の変更等に対応してティーチングデータを効率的に作成するために、オフラインティーチング装置に反映させることが必要である。

【0006】そこで、製造ラインにおいて修正されたティーチングデータをオフラインティーチング装置にアップロードし、修正前のティーチングデータと比較することにより前記ずれ量を検出する方法が一般的である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、修正されたティーチングデータを単にアップロードしただけでは、このティーチングデータをオフラインティーチング装置上で再現した際にオペレーターが前記ずれ量を正しく把握することは困難である。

【0008】すなわち、図5A～図5Dに示すように、オフラインティーチング装置上で作業対象物の作業点（×で示す）と作業ロボットRのTCP（○で示す）とを一致させて作成したティーチングデータ（図5A）を現場の作業ロボットRにダウンロードした場合、作業点とTCPとの間にずれ△Kが生じたものとする（図5B）。そこで、現場のオペレーターが作業ロボットRのTCPを作業点に一致させるべく修正し（図5C）、修正されたティーチングデータをオフラインティーチング装置にアップロードする。オフラインティーチング装置では、作業対象物の作業点の位置は図5Aと同じであるから、修正されたティーチングデータを表示した場合、作業点と作業ロボットRのTCPとの関係は、図5Dのようになる。

この場合、現場における作業対象物と作業ロボットRとの実際の位置関係は、図5Bの状態であるから、図5Dに示すオフラインティーチング装置上の状態と異なってしまう。従って、オペレーターは、現場の状態を誤認識してしまうおそれがあり、これによってティーチングデータの修正、変更等の作業に悪影響を与えることになる。

【0009】一方、前記の不具合に鑑みて、作業ロボットRのTCPの位置を修正する以前に、三次元測定器等を用いて現場でのずれ△Kを測定し、その測定データに

50

基づいてオフラインティーチング装置上の作業ロボットRの位置を修正することも考えられる。しかしながら、このような作業は、測定、修正等に余分な時間を計上するだけでなく、非常に高価な三次元測定器等を必要とする不具合がある。

【0010】本発明は、前記の不具合を解消するためになされたものであって、作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を誤認識することなく容易且つ高精度に検出することのできるオフラインティーチングデータの誤差検出方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明は、CADシステムを用いて作成された作業ロボットのティーチングデータD₀に従って前記作業ロボットを動作させた際に、前記作業ロボットによる作業位置と作業対象物との間に生じる誤差を検出する方法において、前記作業対象物に対する前記作業ロボットの作業位置を修正することで、前記ティーチングデータD₀を修正した第1修正ティーチングデータD_{c1}を得る第1ステップと、修正前の前記ティーチングデータD₀と前記第1修正ティーチングデータD_{c1}との差を修正量データ(D_{c1}-D₀)として求める第2ステップと、修正前の前記ティーチングデータD₀と前記修正量データ(D_{c1}-D₀)との差を第2修正ティーチングデータD_{c2}={D₀-(D_{c1}-D₀)}として求める第3ステップと、前記第2修正ティーチングデータD_{c2}による作業ロボットの作業点から修正前の前記ティーチングデータD₀による作業ロボットの作業点に至る修正ベクトルを求める第4ステップと、からなり、前記修正ベクトルより前記作業ロボットの修正量および修正方向を得ることを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法では、CADシステムにおいて作成されたティーチングデータに基づいて作業ロボットを動作させた際、前記作業ロボットの作業点(TCP)と作業対象物の作業点との間に生じる誤差を修正することで第1修正ティーチングデータD_{c1}を得、次に、前記第1修正ティーチングデータD_{c1}と修正前のティーチングデータD₀とから修正量データ(D_{c1}-D₀)を求める。そして、修正前のティーチングデータD₀と前記修正量データ(D_{c1}-D₀)とから第2修正ティーチングデータD_{c2}を求める。この第2修正ティーチングデータD_{c2}は、CADシステム上の作業対象物に対しては、修正前のティーチングデータとして位置付けられる。そこで、前記第2修正ティーチングデータD_{c2}のTCPから修正前のティーチングデータD₀のTCPに至る修正ベクトルを求めることにより、作業ロボットの修正量および修正方向を得ることができる。

【0013】

【実施例】図1は、本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法が適用されるCADシステムであるオフラインティーチング装置10と、前記オフラインティーチング装置10により作成されたティーチングデータに基づき作業対象物に対して所望の作業を行うロボット装置12とを示す。

【0014】オフラインティーチング装置10は、制御部14と、作業ロボットおよび作業対象物のモデルを表示するCRT16と、制御部14に対して入出力指示を行うためのキーボード18およびマウス20とを備え、前記作業ロボットの動作のティーチングを行うとともに、現場の作業ロボットに対して前記ティーチングデータを適用した際の誤差の検出を行うものである。

【0015】ロボット装置12は、現場の製造ラインにおける作業対象物に対して所望の作業をする作業ロボットRと、前記ティーチングデータに基づいて前記作業ロボットRの動作制御を行うロボット制御部22と、前記作業対象物の作業点に対して前記作業ロボットRのTCPに位置ずれがある場合、前記作業ロボットRを駆動して修正を行うためのティーチングボックス24とを備える。

【0016】ここで、オフラインティーチング装置10を構成する制御部14は、図2に示すように、オフラインティーチング装置10の全体の制御を行うCPU26と、システムプログラム、作業データ等を保持する記憶部28と、CRT16における描画制御を行う描画制御回路30と、キーボード18およびマウス20が接続されるインターフェース回路32と、作業ロボットRおよび作業対象物のモデルデータを保持するハードディスクを制御するハードディスクドライブ34と、ティーチングデータが格納されるフロッピディスクFDを制御するフロッピディスクドライブ36と、ティーチングデータを作成するデータ作成回路38と、ティーチングデータに基づきCRT16でシミュレーションを行うシミュレーション回路40と、ティーチングデータの修正量および修正方向を算出する修正ベクトル算出回路42とを備える。

【0017】次に、前記のように構成されるオフラインティーチング装置10およびロボット装置12の動作について、図3に示すフローチャートに基づき説明する。

【0018】先ず、オフラインティーチング装置10のデータ作成回路38において、ティーチングデータD₀が作成される(ステップS10)。この作業は、例えば、ハードディスクドライブ34に保持された作業ロボットRおよび作業対象物のモデルデータを描画制御回路30によってCRT16に表示し、マウス20等を用いて前記作業ロボットRをCRT16上で動作させることにより行う。

【0019】作成されたティーチングデータD₀は、シ

ミュレーション回路40によってCRT16上でシミュレーションされ(ステップS20)、図4Aに示すように、作業対象物のモデルの作業点(×で示す)と作業ロボットRのモデルのTCP(○で示す)とが一致するか否かの確認が行われる。

【0020】確認されたティーチングデータD₀は、フロッピディスクドライブ36によってフロッピディスクFDに格納された後、このフロッピディスクFDを介して現場のロボット装置12にダウンロードされる(ステップS30)。

【0021】ロボット装置12では、前記ティーチングデータD₀に従って作業ロボットRが駆動され、現場での動作確認が行われる(ステップS40)。この場合、図4Bに示すように、現場の作業対象物と作業ロボットRのTCPとが一致しないものとする。

【0022】そこで、現場のオペレータは、ティーチングボックス24を用いて作業ロボットRを動作させ、図4Cに示すように、作業対象物と作業ロボットRのTCPとを一致させるべく修正作業を行う。この場合、ロボット装置12は、修正後の作業ロボットRの各軸の状態から第1修正ティーチングデータD_{c1}を作成する(ステップS50)。

【0023】前記第1修正ティーチングデータD_{c1}は、フロッピディスクFDを介してオフラインティーチング装置10にアップロードされ(ステップS60)、記憶部28に格納される。

【0024】一方、オフラインティーチング装置10では、修正ベクトル算出回路42において、対応する作業点毎に、修正前のティーチングデータD₀と前記第1修正ティーチングデータD_{c1}との差が修正量データ(D_{c1}-D₀)として求められる(ステップS70)。

【0025】次いで、前記修正前のティーチングデータD₀と前記修正量データ(D_{c1}-D₀)との差が、第2修正ティーチングデータD_{c2}=D₀-(D_{c1}-D₀)として求められる(ステップS80)。

【0026】なお、ステップS80において、第2修正ティーチングデータD_{c2}を作業ロボットRの各軸毎に扱う場合には、単純に各軸のデータの差を求めて第2修正ティーチングデータD_{c2}を得ることができる。これに対して、修正前のティーチングデータD₀および修正量データ(D_{c1}-D₀)が作業ロボットRのTCPのみのデータである場合には、TCPに関する第2修正ティーチングデータD_{c2}を求めた後、作業ロボットRの各軸の第2修正ティーチングデータD_{c2}をTCPの第2修正ティーチングデータD_{c2}から逆演算(TCPを与え、そこに到達できるように各軸のデータを方程式を解いて求める)で求めるようにする。

【0027】前記のようにして求められた第2修正ティーチングデータD_{c2}および修正前のティーチングデータD₀から作業ロボットRのTCPのデータを夫々抽出

し、第2修正ティーチングデータD_{c2}からティーチングデータD₀に至るTCPの修正ベクトルVを算出する(ステップS90)。

【0028】一方、CRT16に対して、図4Dに示すように、修正前のティーチングデータD₀に基づく作業ロボットR(実線で示す)と、第2修正ティーチングデータD_{c2}に基づく作業ロボットR(点線で示す)とを表示する(ステップS100)。

【0029】この場合、×で示す作業対象物の位置が不10変であり、点線で示す作業ロボットRの位置を修正前のティーチングデータD₀による位置と見做せば、現場における作業ロボットRと作業対象物との位置関係(図4B)と同一の位置関係をCRT16上に再現することができる。従って、オペレータは、修正前のティーチングデータD₀が現場において作業ロボットRをどのような状態に設定しているのかを正確に把握することができる。

【0030】また、ステップS90において求めた修正ベクトルVは、図4Dの点線で示す作業ロボットRのTCP20から実線で示す作業ロボットRのTCPに至る修正量および修正方向を示している。従って、例えば、同一の製造ラインにおいて作業対象物の形状のみが変更された場合には、修正前のティーチングデータD₀に対して前記修正ベクトルおよび作業対象物の形状の変更データを考慮することで、現場における修正を行うことなく、新規の作業対象物に対するティーチングデータを効率的に作成することができる。

【0031】
【発明の効果】以上のように、本発明のオフラインティーチングデータの誤差検出方法では、修正後のティーチングデータと修正前のティーチングデータとを用いてデータの修正量および修正方向を算出しているため、高価な測定器を用いることなく容易且つ高精度に誤差を求めることができる。しかも、前記誤差は、現場における作業ロボットと作業対象物との相対的な位置関係を考慮して求めているため、例えば、この誤差を用いて作業ロボットの状態を表示することにより、オペレータは現場の状態を正確に把握することができる。さらに、このようにして得られた修正量および修正方向のデータを用いることにより、作業対象物の形状のみの変更等に対して容易に対応し、ティーチングデータを効率的に作成することができる。

【図面の簡単な説明】
【図1】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法が適用されるオフラインティーチング装置およびロボット装置の構成図である。

【図2】図1に示すオフラインティーチング装置における制御部の回路構成ブロック図である。

【図3】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法のフローチャートである。

【図4】本発明に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法の説明図であり、図4Aは、C R T上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図4Bは、現場での作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図4Cは、現場での修正後の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図4Dは、修正後のティーチングデータおよび修正前のティーチングデータに基づくC R T上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図である。

【図5】従来技術に係るオフラインティーチングデータの誤差検出方法の説明図であり、図5Aは、C R T上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図5Bは、現場での作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図5Cは、現場での修正後の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図5Dは、修正後のティーチングデータに基づくC R T上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図である。

Bは、現場での作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図5Cは、現場での修正後の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図、図5Dは、修正後のティーチングデータに基づくC R T上の作業ロボットと作業対象物との位置関係の説明図である。

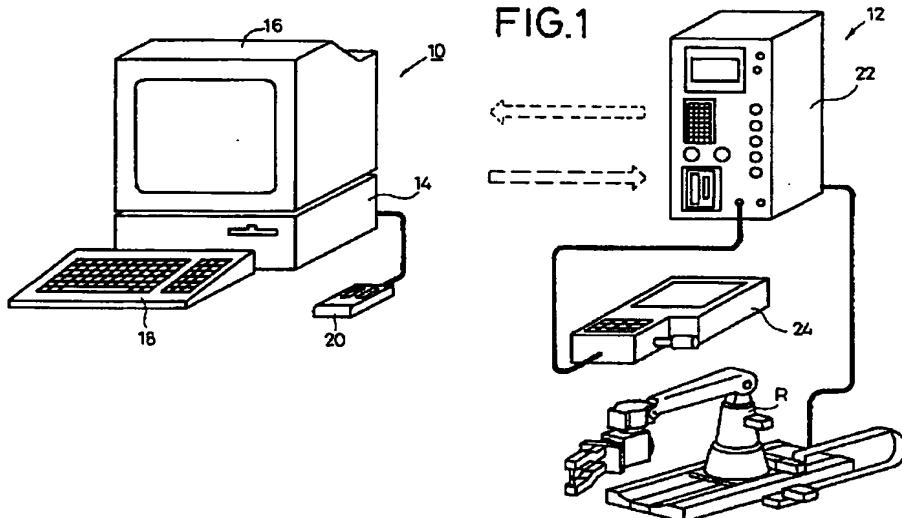
【符号の説明】

10…オフラインティーチング装置 12…ロボット装置

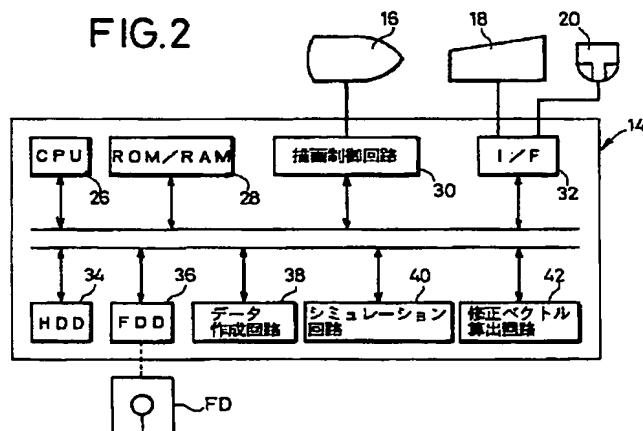
14…制御部 16…C R T
10 22…ロボット制御部 24…ティーチ

…R…作業ロボット

【図1】

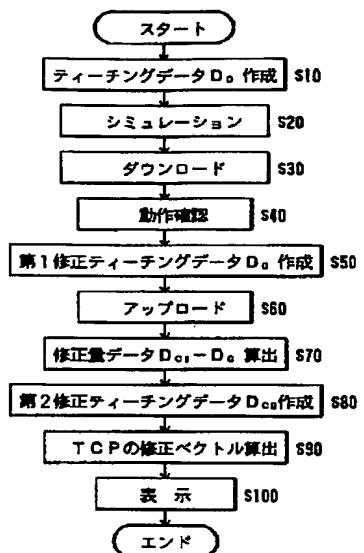


【図2】



【図3】

FIG.3



【図4】

FIG.4A

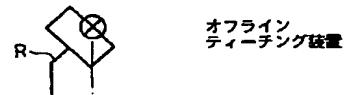


FIG.4B



FIG.4C



FIG.4D



【図5】

FIG.5A

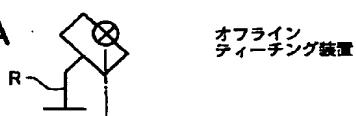


FIG.5B

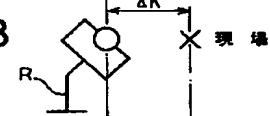


FIG.5C

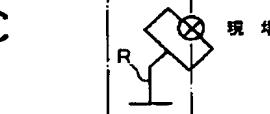
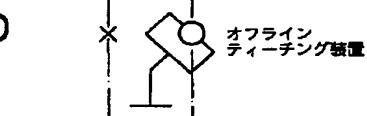


FIG.5D



フロントページの続き

(72) 発明者 野瀬 英高
埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエ
ンジニアリング株式会社内